

Mécanismes de gonflement et de dissolution des fibres de cellulose

Nicolas Le Moigne¹, Monica Spinu¹, Catherine Pannetier², Herman Höfte³, Patrick Navard¹

¹ Ecole des Mines de Paris, Centre de Mise en Forme des Matériaux

UMR CNRS / Ecole des Mines de Paris 7635

Rue Claude Daunesse, 06904 Sophia Antipolis, France

² CIRAD UPR "systèmes cotonnier" et ³ Laboratoire de Biologie Cellulaire

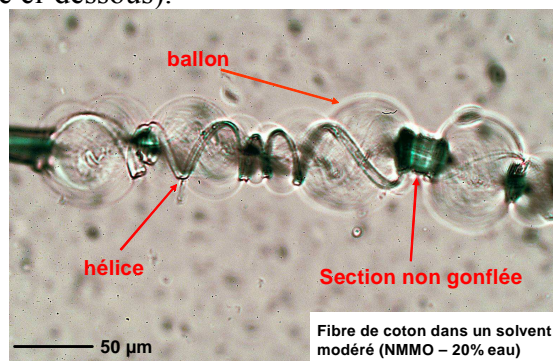
INRA - Unité de recherche 501 - Département de Biologie Végétale

RD 10 - Route de Saint-Cyr, 78026 Versailles cedex, France

nicolas.le_moigne@ensmp.fr

La cellulose est un polymère semi-cristallin naturel, renouvelable et biodégradable issue principalement des fibres de coton et de bois. Cependant, son utilisation pour des applications techniques est limitée par la structure spécifique des fibres. En effet, dans son état naturel, la cellulose ne peut être fondue comme les polymères thermoplastiques. Une étape de dissolution des fibres est nécessaire avant la mise en œuvre sous forme de fil, de film ou encore de dérivés tels que les colles. Cette étude traite des mécanismes de gonflement et de dissolution des fibres de cellulose.

Le gonflement et la dissolution des fibres de cellulose dépendent fortement de la qualité du solvant utilisé. Cinq principaux modes de gonflement et de dissolution peuvent être identifiés en fonction de la qualité du solvant dans lequel la fibre est plongée [1]. Plusieurs explications ont été proposées pour décrire le phénomène de gonflement par ballonnement observé dans les solvants modérés (mode 2 et 3). Selon Ott et al. [2], lors du gonflement dans un solvant modéré, la paroi primaire (paroi externe) de la fibre, considérée comme peu soluble, se déchire et glisse le long de la fibre pour former des zones où la fibre ne peut gonfler. Afin d'illustrer cette hypothèse, nous avons réalisé des observations microscopiques à haute résolution qui révèlent très clairement la présence de trois régions (Voir figure ci-dessous).



En étudiant le gonflement et la dissolution de fibres de coton à différents stades de maturité (de l'élongation de la paroi primaire au dépôt de la paroi secondaire), nous avons montré que la dissolution de la paroi primaire est très difficile à obtenir même dans de bons solvants. À des stades de maturité plus avancés, la paroi secondaire déposée (paroi interne) se dissout par l'intérieur et gonfle. La paroi primaire se déchire pour former les sections non gonflées et les hélices, et limite donc le gonflement et la dissolution de la fibre. Cette proposition de mécanisme est illustrée par des observations microscopiques à haute résolution et des images en microscopie électronique à balayage.

Après élimination de la paroi primaire par traitement enzymatique, la dissolution des fibres de cotons et de bois débute par un gonflement homogène et non par ballonnement. Les sections non gonflées et les hélices ne sont plus visibles.

Cette étude révèle la difficulté à dissoudre les fibres de cellulose naturelles du fait de leur structure spécifique et montre le potentiel des nouvelles méthodes d'activation des fibres de cellulose par traitement enzymatiques pour faciliter la dissolution.

[1] Cuissinat C., Navard P., *Swelling and dissolution of cellulose Part 1: free floating cotton and wood fibres in N-methylmorpholine-N-oxide – water mixtures*, Macromol.Symp., 244 (1), 1-18, 2006

[2] Ott, E.; Spurlin, H. M.; Grafflin, M.W.; *Cellulose and cellulose derivatives*, Part 1, Interscience publisher, New York, 1954